

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-26412

(P2003-26412A)

(43) 公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
C 0 1 B 31/02	1 0 1	C 0 1 B 31/02	1 0 1 F 4 B 0 1 7
A 2 3 L 2/38		A 2 3 L 2/38	Z 4 C 0 8 6
2/52		A 6 1 K 33/44	4 G 1 4 6
A 6 1 K 33/44		A 6 1 P 37/04	
A 6 1 P 37/04		43/00	

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-136530 (P2002-136530)
(62) 分割の表示 特願平11-301149の分割
(22) 出願日 平成11年10月22日 (1999. 10. 22)

(71) 出願人 593022906
ファイルド株式会社
京都府京都市上京区烏丸通上立売下ル御所
八幡町110番地 かわもとビル
(72) 発明者 平田 好宏
京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町
110番地かわもとビル4 F ファイルド株
式会社内
(74) 代理人 100105061
弁理士 児玉 喜博 (外1名)

最終頁に続く

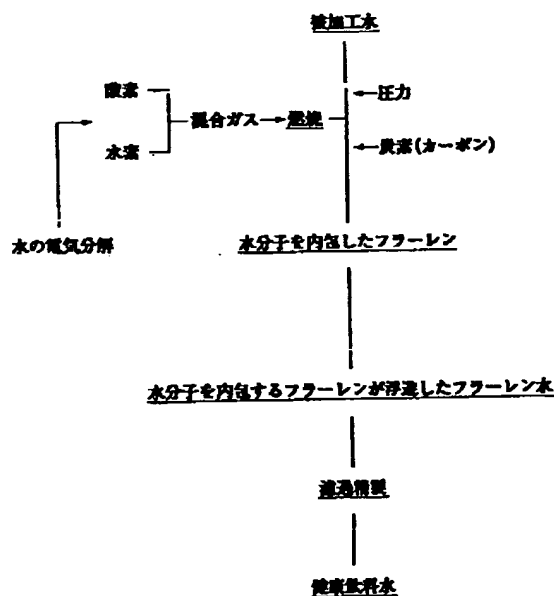
(54) 【発明の名称】 フラーレン水の製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 健康水として優れたフラーレンを含む健康水の製造方法及びその装置の提供。

【解決手段】 高圧水中で酸素と水素の混合ガスを燃焼させ、その燃焼ガスでカーボンを燃焼することにより、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する。

フラーレン水製造フローチャート



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高圧水中で酸素と水素の混合ガスを燃焼させ、その燃焼ガスでグラファイト棒を燃焼することにより、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する方法。

【請求項2】 高圧水収容タンク、酸素と水素の混合ガス噴射ノズル、グラファイト棒、点火装置及び燃焼室を備えた耐圧容器より構成された、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する装置。

【請求項3】 さらに酸素と水素の混合ガスを製造するための水電気分解装置を付設することを特徴とする請求項2に記載のフラーレン水を製造する装置。

【請求項4】 さらに、カーボン残渣を除去するためのろ過装置を付設した請求項2又は3に記載のフラーレン水を製造する装置。

【請求項5】 水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を精製した健康飲料水。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラーレンに関するもので、60個の炭素原子が球状構造をなすフラーレンが浮遊する水を製造する方法及び製造するための装置並びにそれを用いた健康飲料水に関するものである。

【0002】

【従来の技術】古くから、炭や炭素（カーボン）には、多様な効用があり、各方面において多用されており、特に脱臭や防腐作用などが重用されてきた。一方、炭素の健康や治療における人体への効能も認識されていたが、最近の社会の健康志向に応じて、炭素の健康面への利用が再認識され、備長炭や竹炭などが水質改善用や調理用に販売使用され、ますます注目を集めようとしている。炭、炭素材料の利用分野において、10数年ほど以前に「フラーレン」という新規な材料が発見され、ダイヤモンドとグラファイトに次ぐ第三の結晶体として認識されており、1990年、ドイツとアメリカの共同研究により特殊な条件で作ったススからフラーレンの単離に成功し、1991年にカリウム金属でドーブしたフラーレンフィルムが臨界温度18Kで超伝導を示すことが報告されて以来、フラーレンの研究は一気に加速している。フラーレンを単離するという量産法の目途がついたことと、フラーレンが示す物性が、基礎及び応用の両領域の研究者の好奇心をますます引きつけている。フラーレンの研究・技術開発が健康に進展すれば、ノーベル賞の対象にもなると期待されているところである（谷垣勝己、菊地耕一、阿知波洋次、入山啓治著「フラーレン」、産業図書株式会社、平成4年10月初版、XVii）。フラーレンは、60個の炭素原子が球状構造をなすものが代表的で、五角形と六角形を組み合わせた模様のサッカーボールに似た構造の炭素分子であって、物理的かつ化学

的に安定な分子であり、図4の物性を持つものとして知られている（全掲書、p.16）

【0003】フラーレンの化学反応による合成は、未だ報告されていないが、上述するように物理的手法により製造が可能となり、黒鉛をアーク放電やレーザ光照射により気化し、炭素蒸気を発生させ、これを冷却し、煤を形成させ、その中にフラーレンを生成せしめる方法が、代表的な製造法である。これらの方法により得られたフラーレンは、図3に示すように60個の炭素原子が球状構造をなすサッカーボールに似た構造であり、五個の六角形構造が朝顔の花の様な構造となり、これに炭素原子が再配列し球状に近くなり、次いでエネルギー的に安定したサッカーボール形状となると考えられている。煤の中に生成されたフラーレンは、溶媒に溶かして液体カラムクロマトグラフィ法などの精製法により単離して精製される。フラーレンのサッカーボール様の構造は、マスマスベクトルのC₆₀のピークやX線による結晶構造解析、及び¹³C-NMRスペクトルや赤外線吸収スペクトルなどにより確定されている。このように、フラーレンは製造法や精製法が確立され、その物理的ないし化学的な性質も明らかになるにつれ、新しい次世代の機能性材料として注目を集め、種々の分野における有用な利用が展開され始めている。例えばエレクトロニクスの分野では、超電導材料や半導体材料あるいは強磁性材料などに、物理材料の分野では、非線形光学材料や触媒などに、機械材料としては、マイクロ潤滑材や緩衝材などに、応用し活用する技術が開発されつつあり、さらに生理活性材料や食品材料あるいは医薬品などへの利用も提案されている。また、詳細は不明であるが、球形構造の内部にKやLaなどの金属原子を内包せしめた、新しい構造材料の開発にも興味をよせられていることも報告されている。

【0004】一般に新しい材料技術の発展にともない特許出願も多数報告されるのが常であり、フラーレンの場合も例に漏れず、フラーレンに関する特許情報では、最近、フラーレンの製造法や精製法の改良をはじめ、エレクトロニクスの分野や物理材料の分野あるいは機械材料など多岐にわたって公開されているが、フラーレン自体の生理活性材料や食品材料あるいは医薬品などへの利用にかかる公報技術はほとんど開示されていない。しかしながら、これらの分野においてわずかに公開された技術でみると、特開平10-45408号公報では、フラーレンを含む超微粒炭素組成物溶液を穀物などの食品に含浸せしめて高鮮度と高品質を保持せしめる方法、特開平9-322767号公報では、フラーレンが活性化する一重項状態の酸素と光線照射によりウイルスを不活性化する方法、特開平9-278625号公報には、フラーレンを油性成分に溶解した、塗布色が目立たず日焼け防止効果に優れたサンケア化粧品などが報告されている。

【0005】フラーレンの生理活性材料や食品材料ある

いは医薬品などへの応用は、日常生活に直接関連する技術開発としてきわめて重要で、利用範囲も広がってくると予想がなされており、医学の分野では、フラーレンが生体の持つ免疫効果を上げる物質として癌の治療等の方面で研究されている。これは例えば、一定の分子量を持つフラーレンを白血球に与えると、免疫物質の生産を刺激し、また、フラーレンは全部が炭素から出来ているので体内で破壊される速度が格段に遅く、且つ一般的な炭と違う大きさのナノメートル単位によって腸管での吸収が可能になるものと考えられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、フラーレンの生理活性材料や食品材料あるいは医薬品などの分野への応用は、非常に発展が期待されているが、本発明では、このフラーレンの無限とも言える有用性を、特に生理活性材料や健康医療品の分野に生かすべく上記課題の解決を目指すものである。そこで、本発明者らは、フラーレンを含む水を飲用に供することにより、健康状態の改善、例えば簡単に生理活性機能が高まることを発見するに至り、本発明を完成した。また、本発明では、健康状態の改善に寄与するフラーレンを含む水を効率的に製造する方法及び装置を提供することを課題とする。すなわち、本発明は、上記の課題を解決し、フラーレンの技術開発と応用面での展開に寄与せんとするもので、新規なフラーレン水の製造方法とその装置及び新規なフラーレン水を利用した健康飲料水を開発したものである。なお、本発明では、水分子を内包したフラーレンを含む水を「フラーレン水」という。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の基本的特徴は、高圧水中でフラーレンを製造し、水分子を内包したフラーレン及びフラーレンが水中に浮遊した飲料水を生成せしめることにあり、具体的には、次の(1)～(4)に示されるものである。

(1) 高圧水中で酸素と水素の混合ガスを燃焼させ、その燃焼ガスでグラファイト棒を燃焼することにより、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する方法。

(2) 高圧水収容タンク、酸素と水素の混合ガス噴射ノズル、グラファイト棒、点火装置及び燃焼室を備えた、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する装置。

(3) 酸素と水素の混合ガス燃料が、水の電気分解により供給されることを特徴とする上記(2)のフラーレン水を製造する装置。

(4) 水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を精製した健康飲料水。

【0008】本発明において最も重要な特徴は、フラーレンが単に浮遊したフラーレン水と異なり、本発明で得られるフラーレン水は、水分子を内包したフラーレンが

水中に浮遊したもので、この内包水分子がフラーレン構造と相関作用して、新規で顕著な生理活性作用をなすという新規の知見に基づくものである。本発明の水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を精製した、健康飲料水は、最近の社会の健康志向に応じて、健康の要望に充分に応えられる画期的な飲料となるものと予想されるが、水分子を内包したフラーレンが何故に健康への効能を有し、また、いかなる生理活性作用を有するのかは、現在では不明であるけれども、本発明者はこれらのメカニズムを明確化するべく鋭意研究中である。

【0009】

【発明の実施の形態】上述するようにフラーレン自体の製造法は工業的生産規模にも応じて確立されているが、その中で電極の黒鉛をアーク放電やレーザ光照射により気化し、炭素蒸気を発生させ、これを冷却して煤を形成させ、その中にフラーレンを生成せしめる方法が、代表的な製造法である。また、KやLaなどの金属原子を内包せしめたフラーレン分子も、KやLaをアーク放電やレーザ光照射によって黒鉛と同様に気化させることにより製造されているが、本発明は、フラーレン自体の製造に関するものではなく、水分子を内包したフラーレンを含む水の製造にかかわるものであることを特徴とするものである。本発明で得られる水分子を内包したフラーレン水は、従来、製造されていない新規の生産物であり、また、本発明では、その製造のために従来知られているようなアーク放電やレーザ光照射による気化手法を使用することなく、燃焼法によりフラーレンを含む水を製造する新しい方法を開示するものである。

【0010】本発明者は、フラーレン水を効率的かつ経済的に製造することと、飲用に供することとを考慮して鋭意検討した結果、水素と酸素を燃焼させ、その燃焼ガス中に純粋なグラファイト棒を挿入し、加熱する方法を着想し、水とカーボン以外の物質を作らないようにするために水中で水素と酸素を燃焼させるのに、高圧水中で燃焼させる工夫を講じたものである。また、本発明で得られたフラーレン水に含まれるフラーレンの量は微量であり、分析限界を越えているために簡単には特定は出来ないが、精密分析により確認が可能である。上記の製造法で水中に発生する炭素構造体のすべてがフラーレンではなく、未燃焼のカーボンも含まれる。また、飲用上の未燃焼カーボンの量にも限りがあるために、反応させる時間と燃焼させる燃料の量の制御が必要で、反応時間が短い場合は製造した水が一定の効果を持たず、また反応時間が長すぎると、水の味に渋みが出て飲用に向かなくなる。

【0011】本発明では、上述するように被加工水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する方法及びそれを実施するための装置を新たに開発したものであり、図面によって本発明の方法及び装置を説明する。図1は、本発明のフラーレン水製造のプロ

10

20

30

40

50

ーチャート、図2は、本発明のフラーレン水の製造のための耐圧容器、図3は本発明で得られたフラーレン水の結晶構造、図4はフラーレン自体の物性を示す。図2における本発明のフラーレン水の製造装置1は、フラーレン水製造のための耐圧容器2、原料ガス発生のための水分分解装置3及びフラーレン水のろ過装置4よりなっている。

【0012】本発明の耐圧容器2の基本構造は、高压水収容タンク5、酸素と水素の混合ガス噴射ノズル14、燃焼室6、及びグラファイト棒10を備えた、水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を製造する装置である。付設するものとして、原料の水素ガスと酸素を供給するための水電気分解装置3及び得られたフラーレン水のろ過装置4がある。本発明の耐圧容器2は、金属製の、好ましくはスチール製の高压水収容タンク5からなっており、この高压水収容タンク5において水電気分解装置3で発生した水素ガス供給路16と酸素供給路17から供給された酸素と水素の混合ガスを、噴射ノズル14から燃焼室6に高压で吹き出すようにしている。燃焼室4内部にグラファイト棒10が供給シリンダー13から燃焼量に応じて漸次送出されるようになっている。水素ガスと酸素の混合ガスは、点火装置11により点火され、カーボンあるいは水分子を内包したフラーレンが高压水9中に放出される。これらを含む高压水9は、高压水収容タンクの底部の取出し口8より外部に取り出し、適宜、ろ過装置4で順次ろ過される。このうち、原料ガス発生のための水電気分解装置3に替えて、水素ガス及び酸素ガスの高压ポンプを用いることも可能である。ただ、本発明におけるように水の電気分解により供給される酸素と水素は全く純粋なガスとなっており、燃料ガスとしての原料ガスを効率良く供給できるといふ利点がある。

【0013】本発明では、水製造の原料として、原料ガス発生のための水電気分解装置3において水の電気分解によって水素ガス16及び酸素17を発生させる例で、18、18'は、それぞれ陰極板、陽極板を示す。上述するように水素ガス及び酸素として、各取納ポンプより直接的に高压水収容タンク5内に供給することは、勿論、可能である。本装置では、電気分解により発生した水素16と酸素17を、ポンプを介してノズル14より燃焼室6に噴射して、混合ガスを完全に燃焼し、完全な超高温の水蒸気ガスの燃焼状態とする。この燃焼ガス中に純粋なグラファイト棒10を挿入して、加熱、燃焼させるようにする。グラファイト棒は、燃焼量に応じて一定量づつシリンダー13内より供給される。燃焼に際しては、水素ガス16と酸素17の混合比が厳格に2対1になるように制御する必要がある。また、圧力調節弁7を設けて高压水収容タンク内の圧力調整も必要である。燃焼室6内で高温に加熱、燃焼されたカーボン12は、燃焼室4から高压水9中に放出されると、カーボンの

部は結晶構造をとるようになる。この結晶構造は、コランニュレンと称される六角形構造が五個集まって朝顔の花のような形状をした炭素構造と考えられ、さらに、これに炭素原子が再配列し、球状に近くなり、このときに水分子を1個取り込み、水分子よりも大きな籠構造を持つフラーレンが水分子を内包して、エネルギー的に安定したサッカーボール形状となるものと考えられる。

【0014】このようにグラファイト棒の燃焼によって発生した主たるフラーレンはC₆₀のものであり、上述のように水分子よりも大きな籠構造を持つフラーレンが水分子を内包する。この構造は、模式図として図3に示すようにサッカーボール用の構造の中に点線の円形で示される水分子が内包された状態である。このような状態のフラーレン構造のものが生じた結果、疎水性の非常に強い炭素分子が安定した状態で水中に浮遊し、活性剤を使用しなくても見かけ上、溶解状態になるものと推測される。例えば、1トンのフラーレン水を製造する生産スケールでは、毎秒5L程度の混合ガスの噴射量で2時間程度がよく、またガス圧力をかけすぎると、装置の構造が破壊される危険がある。また、圧力が少ないと、燃焼室からガスが吹き上ってしまい、加熱されたカーボンがそのまゝ気泡に包まれて水上に発散してしまつて、フラーレンの発生状態が悪くなる。このときの好ましい気圧は、3、5気圧程度である。高压水収容タンク内の高压に加圧した水の圧力は、2気圧とする。

【0015】この装置の操作は、高压水収容タンク5内に高压の水素ガス16、酸素17をポンプを介してノズル14より噴射し、点火装置11によって点火して超高温の水蒸気ガス燃焼状態とし、その燃焼ガス中に純粋なグラファイト棒10を挿入して燃焼させる。なお、この装置においては、水とカーボンあるいはフラーレン以外の物質を作らないようにするため、水中で水素と酸素を燃焼させることを必須としているのであり、このとき不純物を含むことなく、純粋に水中で水素と酸素を燃焼させるために、高压下で燃焼させることが必要である。また、グラファイト棒を挿入する位置は、混合ガスが完全に燃焼し、完全な超高温の水蒸気ガスになる域としなければならない。生成した、水分子が内包されるフラーレンは、疎水性が非常に強い炭素分子なので安定した状態で水中に浮遊し、活性剤を使わなくても見かけ上溶けた状態になる。かくして製造された、新規なフラーレン水は取出し口より取り出し、適宜、ろ過装置に供給される。

【0016】本発明の他の特徴は、上述のようにして製造された、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水を精製して、健康飲料水とする点にあり、生成した水には未燃焼のカーボンが多量に浮遊し、そのまゝでは飲用に適さないためろ過による精製の必要がある。このときのろ過方法は、生成したカーボンあるいはフラーレンを必要以上に除去しないようにするため

に、イオン交換や逆浸透膜などの方法を使わず、飲用に適した水を作るために次のようなフィルター装置の使用が好ましい。すなわち、フィルターには中空糸膜が好適であり、高圧水収容タンクより排出された高圧水を順次中空糸膜でろ過を行なうと、フラーレン水の特性上及びフィルターの寿命からも好ましく、これにより食品衛生規格にも合致した飲料水が製造できる。なお、生成したフラーレンは、ナノミクロンのスケールなので、通常のフィルターではろ過が困難であるが、極く微量のフラーレンが本発明で得られる高圧水の中に含まれるものと考えられる。

【0017】次に、実施例に基いて本発明の実施態様を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【実施例】図2に、本発明の製造装置の代表的な実施例が示されており、高圧水収容タンク5、酸素と水素の混合ガス噴射ノズル14、及び、グラファイト棒10を備えた、水中で水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水の製造装置が示される。高圧水収容タンク5は、金属製の超高圧に耐性を有する耐圧タンクであり、水素供給路16と酸素供給路17から供給された酸素と水素の混合ガスの噴射ノズル14より燃焼室6に噴射し、燃焼室内部にグラファイト棒10がシリンダー13より供給されている。高圧水収容タンク5内は、圧力調節弁7で圧力制御することが必要である。混合ガスは点火装置11により点火され、カーボンないし水分子を内包したフラーレン12が加圧水中に放出される。水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水は、取り出し口8より外部に取り出す。取り出されたフラーレン水は、適宜、ろ過装置4(21~24)を経て製品となる。この装置の操作は、上述するように加圧タンク5内に、高圧下で水素と酸素を供給して混合ガスをノズル14から噴射して、点火装置11によって点火して混合ガスを完全に燃焼し、完全な超高温の水蒸気ガス燃焼状態とする。その燃焼ガス中にグラファイト棒10を挿入し、燃焼させる。ノズル内で高温に加熱されたカーボンが加圧水中に放出されたとき、その炭素の一部が結晶構造をとり、これに炭素原子が再配列して球状に近くなり、このときに、水分子を取り込み内包して、次いで、エネルギー的に安定したサッカーボール形状となる。生成した、水分子が内包されるフラーレンは、疎水性が非常に強い炭素分子なので安定した状態で水中に浮遊し、活性剤を使わなくても見かけ上溶けた状態になる。かくして製造された、新規なフラーレン水は取り出し口より排出し、ろ過装置4に送る。ろ過装置4は、中空糸膜で50ミクロン、25ミクロン、3ミクロン、0.5ミクロン及び0.1ミクロンと順次して、最終的には極く微量のフラーレンが含まれるフラーレン水が得られる。

【0018】実施条件(例)

製造タンク内圧： 圧力2気圧

混合ガス：5リットル/sec (3.5気圧)

噴射時間：2時間

グラファイト供給量：1.5kg/2h

生成フラーレン水：約1トン

生成したフラーレン水を、50ミクロン、次に25ミクロン、3ミクロン、0.5ミクロン、0.1ミクロンの中空糸膜で順次にろ過を行ない、水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン健康飲料水を得た。

【0019】健康飲料水の試飲

成人男女52人のモニターにより、水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン健康飲料水を試飲し、健康増進及び生理活性機能への効能と効果を確認した。

【0020】

試飲条件とモニター結果

1日の試飲量；コップ1杯位	5名
3杯まで	22名
4杯以上	22名
味	； 美味しい 39名
	無味 13名
臭い	； 気にならない 51名
	気になる 1名
効能例	； 体調増進 22名
	食欲増進 32名
	薬理効果補助 11名
	便秘解消 14名
	疲労回復 49名
	血糖値低下 3名
	下痢改善 3名
	胃腸快調 17名
	肌荒れ回復 8名
	肩凝り回復 16名
	目の疲れ回復 1名
	痛風解消 1名
	血圧低下 5名
	腎臓結石解消 1名
	肺癌進行停止 1名

【0021】上記モニター結果によれば、試飲段階では「(味が)美味しい」と感ずる人は「無味」と感じた人の3倍近くおり、臭いについてはほとんどの人が「(臭いが)気にならない」と回答していることは、本発明で得られるフラーレン水は、大多数の人にとって飲み易い飲料であることがわかる。また、試飲した人の中では、疲労回復、食欲増進、体調増進、胃腸快調、肩凝り解消、便秘解消などの上での改善効果を挙げている人が多いことからみて、本発明のフラーレン水は、健康飲料として十分な効果を発揮するものと考えられる。

【0022】

【発明の効果】本発明は、新規なフラーレン水の製造方法とその装置及び新規なフラーレン水を利用した健康飲料水を提供するもので、フラーレンを簡易に効率的に製

造できる。また、水分子を内包したフラーレンが浮遊するフラーレン水は、多数のモニターによる試飲試験からみると、健康飲料として顕著な効果を奏するものである。なお、本発明のフラーレン水は、健康増進作用の外に免疫力の向上などの生理活性面での用途が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のフラーレン水の製造フローチャート

【図2】本発明のフラーレン水製造装置を示す概略図

【図3】本発明の水分子を内包したフラーレンを示す結晶構造図

【図4】フラーレンの報告されている物性

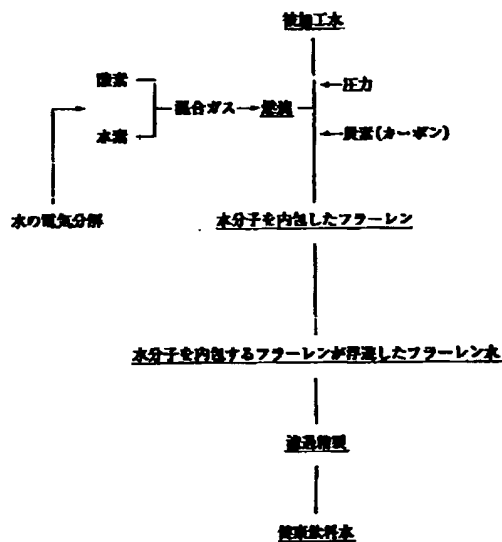
【符号の説明】

- 1 ; 本発明のフラーレン水製造装置の組合わせ
2 ; フラーレン水製造耐圧容器
3 ; 水の電気分解装置

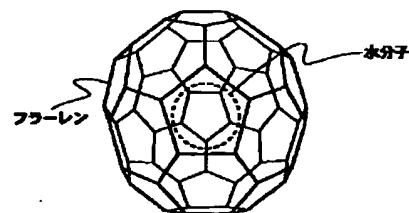
- 4 ; ろ過装置
5 ; 高圧水収容タンク
6 ; 燃焼室
7 ; 圧力調節弁
8 ; フラーレン水取出し口
9 ; 高圧水
10 ; グラファイト棒
11 ; 点火装置
12 ; カーボン
13 ; 供給シリンダー
14 ; 混合ガス噴出ノズル
16 ; 水素ガス
17 ; 酸素
18, 18' ; 電極
19 ; 仕切板
21~24 ; ろ過装置

【図1】

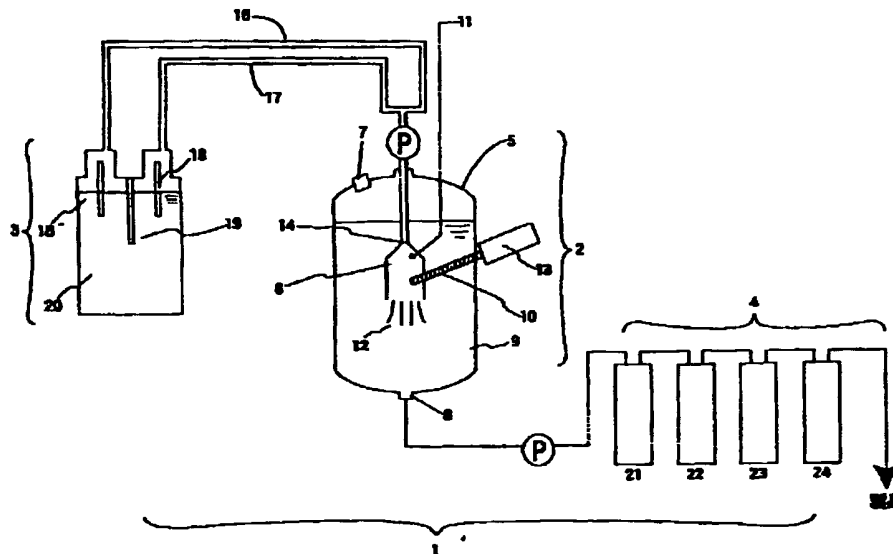
フラーレン水製造フローチャート



【図3】



【図2】



【図4】

C₆₀の様々な性質 (化学, 46, 630 (1991) の表をもとに作成)

性質 (物理量)	測定値など	性質 (物理量)	測定値など
● 分子量	720.66	● 電子親和力	2.65 ± 0.08 eV
● 質量数	720	● 蛍光反応 (E _{ex} vs P _{ex} /P _{ex}), アニトラール/トルエン, (Et ₃ N)	
● 分子構造	位相二十面体 (I _h), 直径 ~7.1 Å 5 個の六員環に共有された C-C 結合 1.361 Å 五員環を形成している C-C 結合 1.455 Å	57 °C ~ 10 °C	
● ¹³ C-NMR スペクトル (C ₆₀ 溶解)	δ = 143.37 ppm	● 融点	-9.9, -1.37, -1.07, -2.35, -2.05, -2.26 (°C)
● 紫外吸収スペクトル (KBr ペレット) / cm ⁻¹	527.4, 578.4, 1132.4, 1428.5	● 融点	単結晶 573 K 以下 P _{ex} 3, Z=4, a=14.841 Å (5 K)
● 紫外光スペクトル (気相, 850 ± 10 °C) / cm ⁻¹	527.1, 578.3, 1139.1, 1408.9	● 融点	単結晶 573 K 以上 P _{ex} 3, Z=4, a=14.17 ± 0.01 Å (300 K)
● ラマンスペクトル (溶解) / cm ⁻¹	273 (a), 437 (m), 496 (s), 719 (m), 776 (m), 1029 (w), 1259 (w), 1428 (m), 1470 (w), 1575 (m)	● 密度	1.729 g/cm ³ (5 K, 計算値) 1.643 g/cm ³ (300 K, 計算値)
● 可視光スペクトル (ヘキサン溶液, かつ二内は log ε) / nm	211 (5.17), 227 (sh, 4.91), 258 (5.24), 328 (4.73), 390 (3.52), 403 (3.45), 482 (sh, 3.72), 548 (2.85), 568 (2.70), 590 (2.80), 598 (2.77), 620 (2.80)	● 圧縮率 (0 ~ 20 GPa)	(5.5 ± 0.5) × 10 ⁻³ GPa ⁻¹
● 蛍光スペクトル (トルエン溶液, 室温) / nm	既述されず (室温, 30 K), 708.7 (nm), 737.4, 877 (sh)	● 融点	> 10 °C
● 三重項エネルギー (トルエン溶液)	1.58 ± 0.05 eV (3.00 ± 0.14 kJ/mol)	● 融点	~4.83 kJ/mol
● イオン化ポテンシャル	7.61 ± 0.02 eV	● 融点	9.58 ± 0.31 kJ/mol
		● 電気伝導率 (室温)	< 10 ⁻¹⁰ S cm ⁻¹
		● モル電化率	-(280 ± 20) × 10 ⁻⁴ cm ³ /mol
		● 融点	K ₂ C ₆₀ (28), Rb ₂ C ₆₀ (28, 30), Cs ₂ C ₆₀ (31), Rb ₃ C ₆₀ (24), K ₃ C ₆₀ (24), Na ₃ C ₆₀ (12), Na ₂ RbC ₆₀ (2.5), Na ₂ KC ₆₀ (2.5), Li ₃ C ₆₀ (12), Ca ₂ C ₆₀ (8, 4), Sr ₂ C ₆₀ (12)

● キュリー温度: 冷却していったとき常磁性体が強磁性体に変化する温度. TDAR はテトラキス(ジメチルアミノ)エチレンを測定.

(出典: 谷垣勝己 外 3 名 共著「フラーレン」産業図書, 平成 4 年 10 月 27 日初版 第 16 頁より抜粋)

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード (参考)

A 61 P 43/00

C 01 B 5/00

Z

C 01 B 5/00

A 23 L 2/00

F

(72)発明者 上田 善雄

京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町
110番地かわもとビル4F ファイルド株
式会社内

(72)発明者 高瀬 浩明

京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町
110番地かわもとビル4F ファイルド株
式会社内

Fターム(参考) 4B017 LC03 LK30 LP01 LP18

4C086 AA01 AA02 AA04 HA06 MA01

MA16 MA52 NA14 ZB09 ZC80

4G146 AA09 AA13 AA17 AA19 BA01

BA04 BA49 BC02 BC18 BC22

BC24 BC26 DA03